

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	奥田 祥子
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	理学博士 佐々田 博之
	副査	慶應義塾大学教授	理学博士 中嶋 敦
		慶應義塾大学准教授	博士（理学） 山内 淳
		慶應義塾大学准教授	博士（理学） 渡邊 紳一
<p>(論文審査の要旨)</p> <p>学士（理学）,修士（理学）奥田祥子君提出の学位論文は「CH₄と PH₃のサブドップラー分解能高感度高精度分光」と題し全7章から構成されている。</p> <p>分子分光学は、物理学、化学、天文学などの基礎科学から、物質分析、リモートセンシング、医療診断といった幅広い応用までの様々な分野に貢献してきた。近年、差周波発生法による波長 3 μm 帯の光源、光共振器吸収セル、光周波数コムを組み合わせることによって、86.8 ~ 93.1 THz の同調可能周波数帯域、9 桁の相対分解能、遷移周波数を 11 桁の相対不確かさで絶対測定可能な高感度サブドップラー分解能分光計が実現された。</p> <p>本論文では、上述の分光計の光源出力を 50 倍に高め、検出感度を向上している。これを用いて、分子分光の分野で重要な 2 つの研究課題に取り組んでいる。まず、無極性分子である CH₄ 分子のシュタルク効果をはじめて系統的に精密測定している。測定結果を高次の振動回転相互作用まで考慮して解析し、振動運動と回転運動で誘起される 4 つの永久双極子モーメント定数を精密に決定している。またスペクトル強度の解析も行い、衝突緩和の詳細が重要であることを指摘している。次に、PH₃ 分子のサブドップラー分解能分光を行い、反転分裂の観測を目指している。NH₃ 分子の反転分裂は典型的な量子力学のトンネル効果として詳しく研究されてきたが、PH₃ 分子の反転分裂はまだ観測されておらず未解決問題のままだった。スペクトル線幅を 160 kHz まで狭めたが、反転分裂は観測されず、第一原理計算による予想 300 kHz が大きすぎることを明らかにしている。</p> <p>第 1 章では、分子のエネルギーの階層構造、中赤外領域の分子分光、本研究で使用した分光計、及び、本論文の位置付けを述べている。</p> <p>第 2 章では、飽和吸収分光法、対称コマ分子と球コマ分子のエネルギー準位構造、光共振器、光周波数コムの基本的な理論を述べている。</p> <p>第 3 章では、分光計の構成と光周波数コムを用いた周波数の制御について述べている。</p> <p>第 4 章では、CH₄ 分子の ν₃ バンドのシュタルク効果の測定とその解析について述べている。振動バンド全体にわたる 20 本の遷移でサブドップラー分解能分光を行い、上下準位のシュタルクシフトを分離して、それぞれ数 10 kHz の不確かさで決定している。測定結果から永久双極子モーメントの準位依存性を導出するためには高次の振動回転相互作用まで考慮する必要があることを指摘し、実際に行なっている。この結果、4 つの永久双極子モーメント定数を測定結果を再現できる不確かさで決定している。</p> <p>第 5 章では、CH₄ 分子のシュタルク変調分光で得られたラムディップとクロスオーバー共鳴の強度の解析を行っている。衝突緩和過程を 1 つの緩和定数で表す従来の解析方法では不十分であることを指摘している。</p> <p>第 6 章では、PH₃ 分子の 3ν₂ バンドのサブドップラー分解能分光について述べている。このバンドは遷移双極子モーメントが小さく、大きな光源出力が必須である。スペクトル線幅を 160 kHz まで狭窄化したが、反転分裂は検出されなかった。第一原理計算では反転分裂は約 300 kHz と予測されていたがこれを否定している。</p> <p>第 7 章では、本論文の結論と今後の展望を述べている。</p> <p>以上のように、本研究は高性能な赤外分光計を用いて分子科学の重要な問題に取り組み、有効性を実証している。またこれらの成果は、広く高分解能分光学、分子科学に貢献し、学術上寄与するところが少なくない。</p> <p>よって、本論文の著者は博士(理学)の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	<p>学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査委員会で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。</p> <p>また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。</p>		